

## **A Global View of Lander-to-Orbiter Communications Accessibility for a Mars Global Network Mission**

Alan Friedlander  
Science Applications International Corporation

Presented to Mars Global Network Mission Workshop  
Jet Propulsion Laboratory, February 6-7, 1990

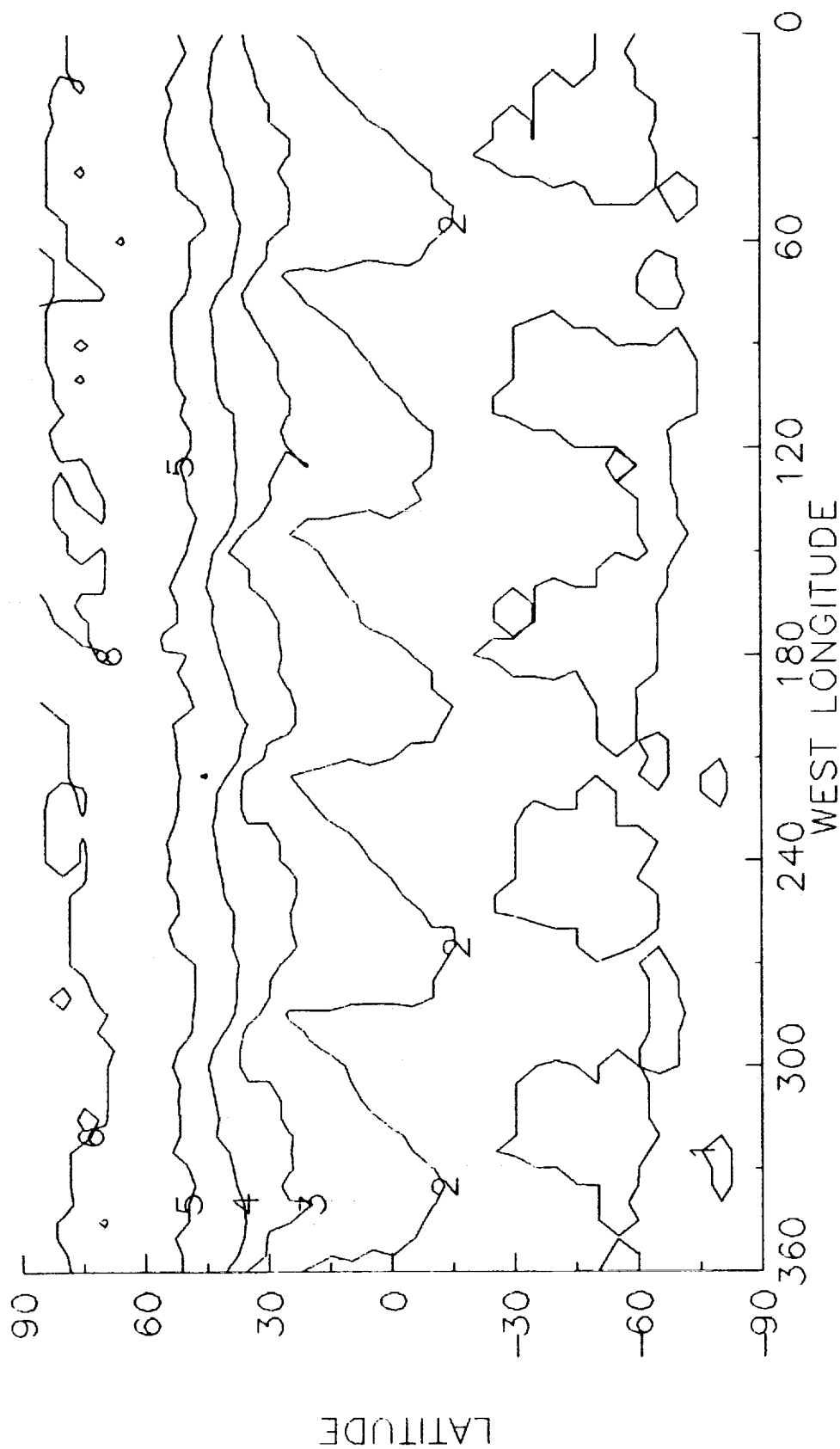
Given the mission objective to deploy a number of small landers to the surface of Mars at various latitude/longitude locations, it is of interest to obtain a global perspective of the communications link geometry between the landers and a data relay orbiter. Specifically, the question to be answered is what is the total time interval over one martian day (1 sol) that a lander at any given latitude and longitude can communicate data to the orbiter. Results should be obtained for more than one elevation angle constraint (lander antenna design issue), and also for several time points into the mission since the orbiter's periapsis location moves under the influence of Mars oblateness perturbation. This paper presents such information in terms of global contour maps of available communications time per sol summed over all orbiter passes on that day. Global data of this type complements more detailed local site data such as communications range and elevation vs time per pass.

The reference mission launched in 1998 arrives at Mars in late September 1999 and the orbiter is placed into a polar orbit (90 deg inclination) with periapsis altitude of 275 km, apoapsis altitude of 6903 km, and orbit period of 1/5 sol. Periapsis latitude is initially at 27 deg N and moves southward at the rate of about 1 deg/sol. Landing sites for orbit deployment are displaced about 56 deg from the orbiter's periapsis, thus starting near the north pole and moving southward. If the landers have descent imaging capability with a requirement for low sun elevation angles between 15 deg and ~ 30 deg, then the first deployment from orbit must be delayed until sol # 180 after arrival. Thereafter, all landing site latitudes are accessible with good values of sun angle. Pole-to-pole coverage is accomplished in about 6 months.

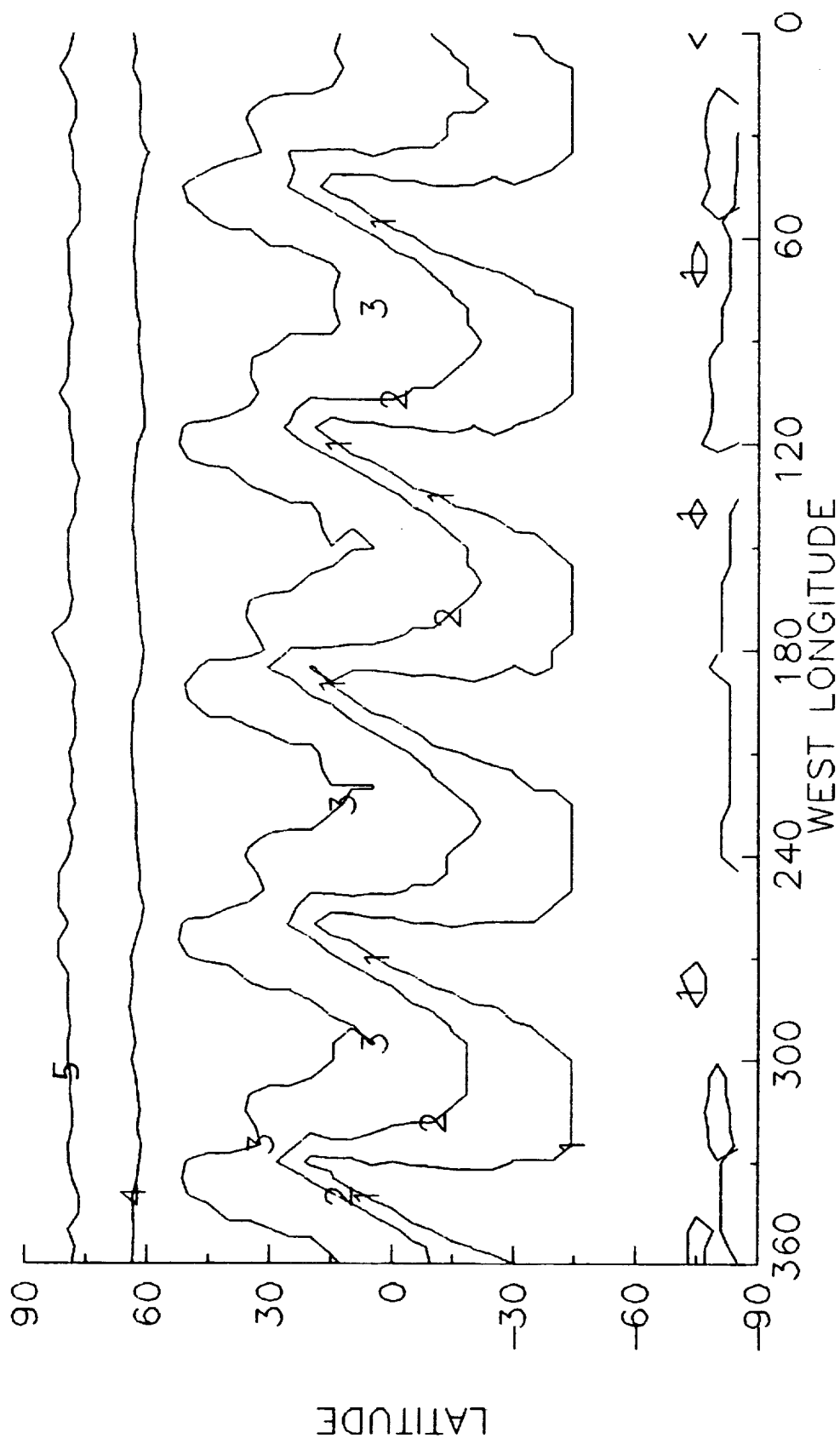
Communications time contour maps are included here for sol #'s 180, 232, 318, 361, and 404 corresponding to orbiter periapsis latitudes of 35 S, 90 S, equatorial, 45 N, and 90 N. For each of these days, there is a map for both a 15 deg and 45 deg minimum elevation constraint on the lander-to-orbiter line of sight. The jagged appearance of the contour lines is due to computational resolution in interpolating between a finite number of latitude/longitude grid points. Although the contours should really be smooth, the general information content is represented by the lower resolution maps shown here. An example of the tabulated, finite-grid data points is also given.

Communication with all sites is possible at the 15 deg elevation constraint, at times only for several minutes per sol but more generally for a much longer time up to 14 hours per sol. Significantly less time is available with a 45 deg elevation constraint, and at certain times in the mission some localized regions of the planet are inaccessible. Still, one may conclude that the reference orbit selection will support a more than adequate communications link through the mission timeline with landers emplaced at any desired location on Mars.

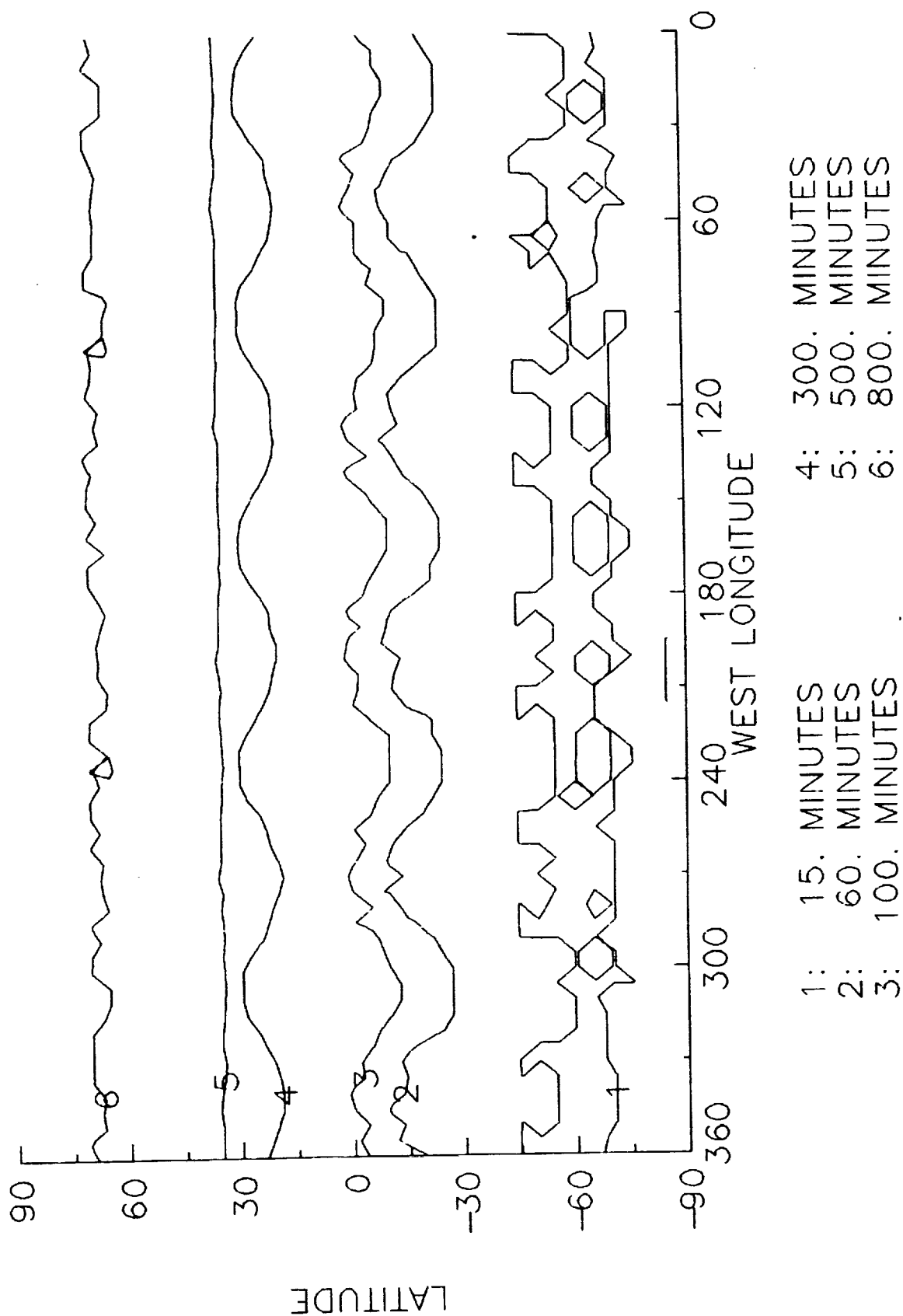
COMM AVAIL. PER SOL, SOL #180 (4/1/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 15DEG ELV LIM  
 ( PERIAPSIS AT 35°S )



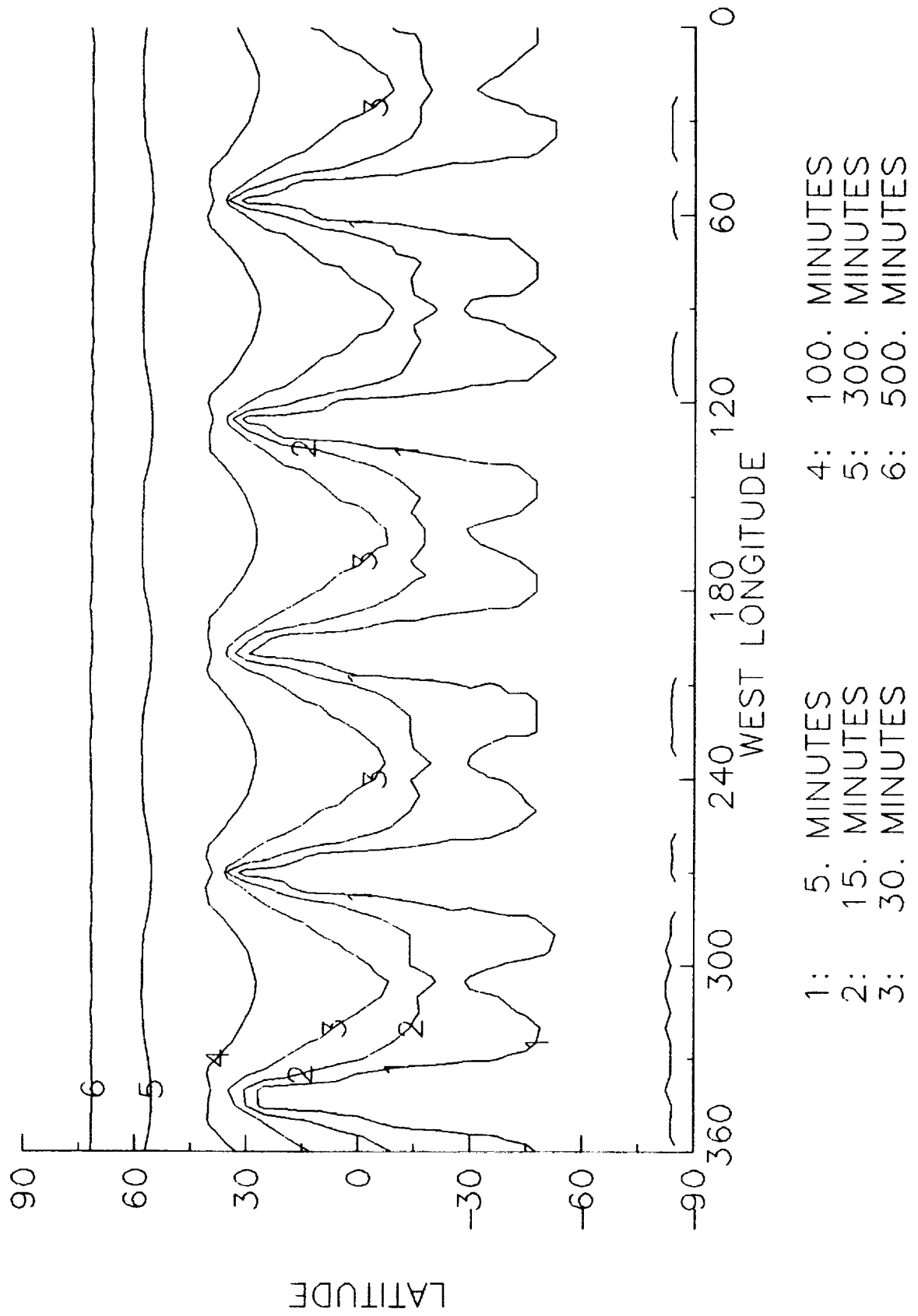
COMM AVAIL. PER SOL, SOL #180 (4/1/2000)  
 HP=275KM,P=1/5 SOL,I=90DEG,45DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT 35°S)



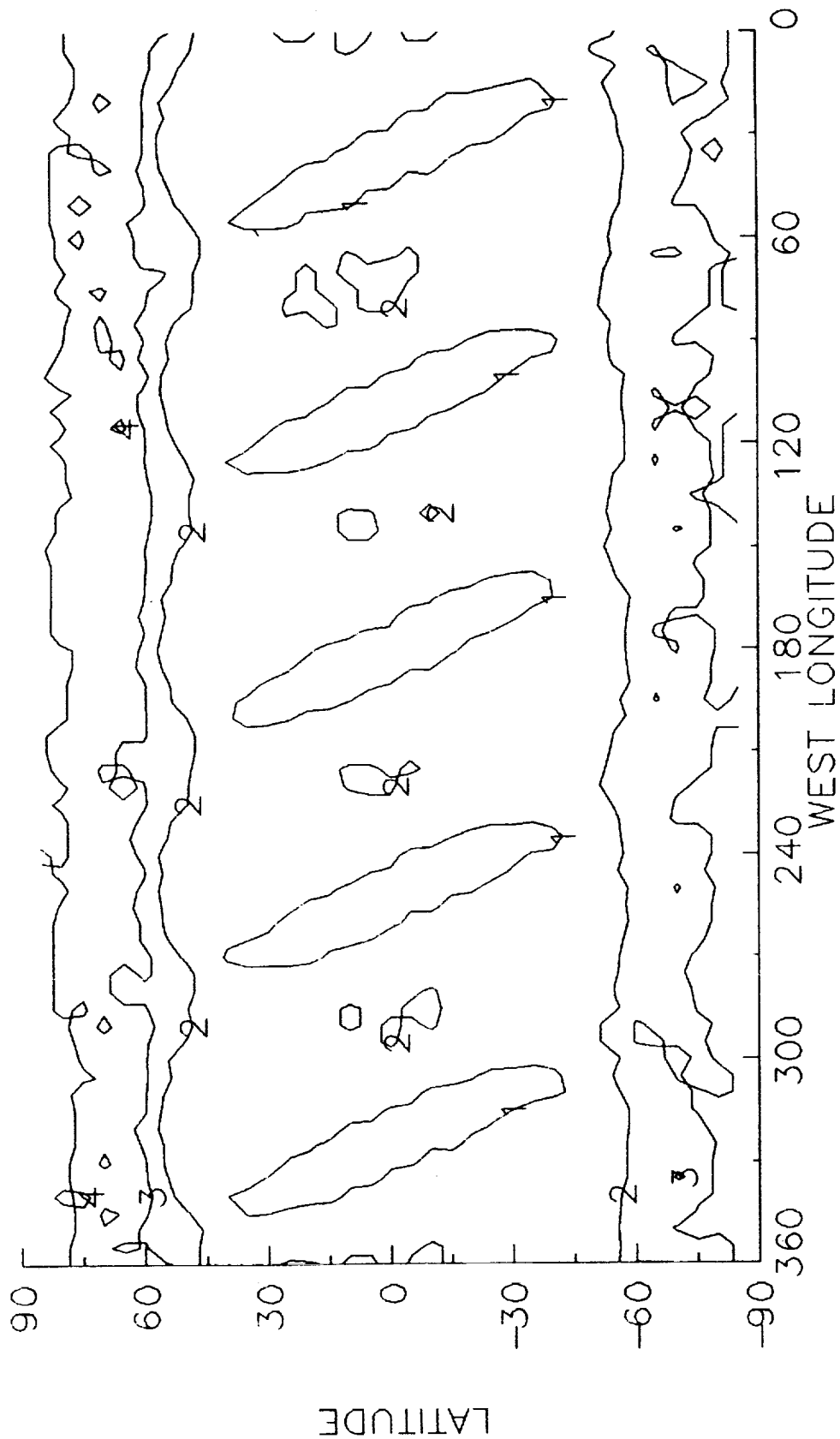
COMM AVAIL. PER SOL, SOL #232 (5/24/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, i=90DEG, 15DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT 90°S)



COMM AVAIL. PER SOL, SOL #232 (5/24/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 45DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT 90°S)

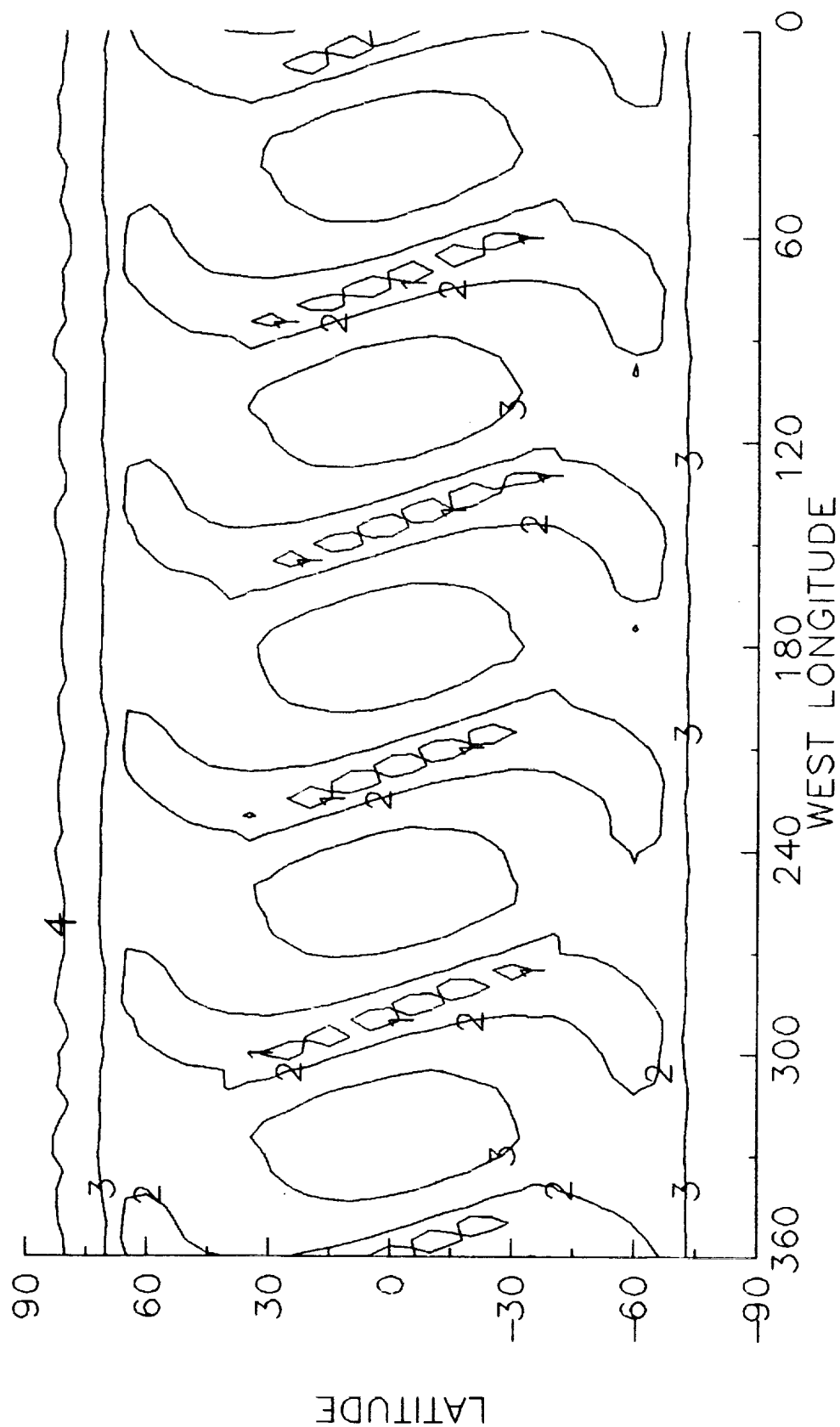


COMM AVAIL. PER SOL, SOL #318 (8/20/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 15DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT EQUATOR)



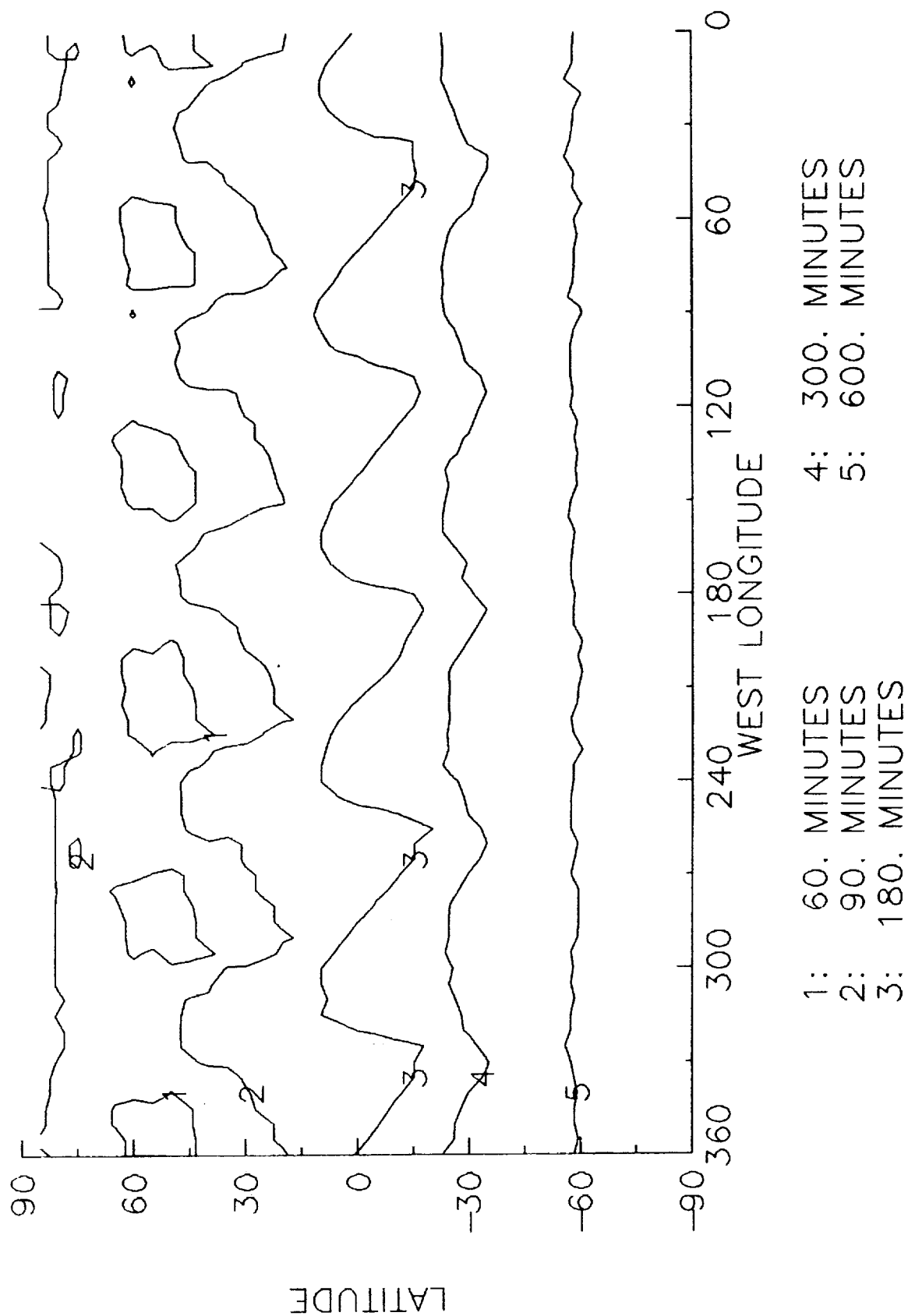
1: 180. MINUTES      3: 300. MINUTES  
 2: 270. MINUTES      4: 320. MINUTES

COMM AVAIL. PER SOL, SOL #318 (8/20/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 45DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT EQUATOR)

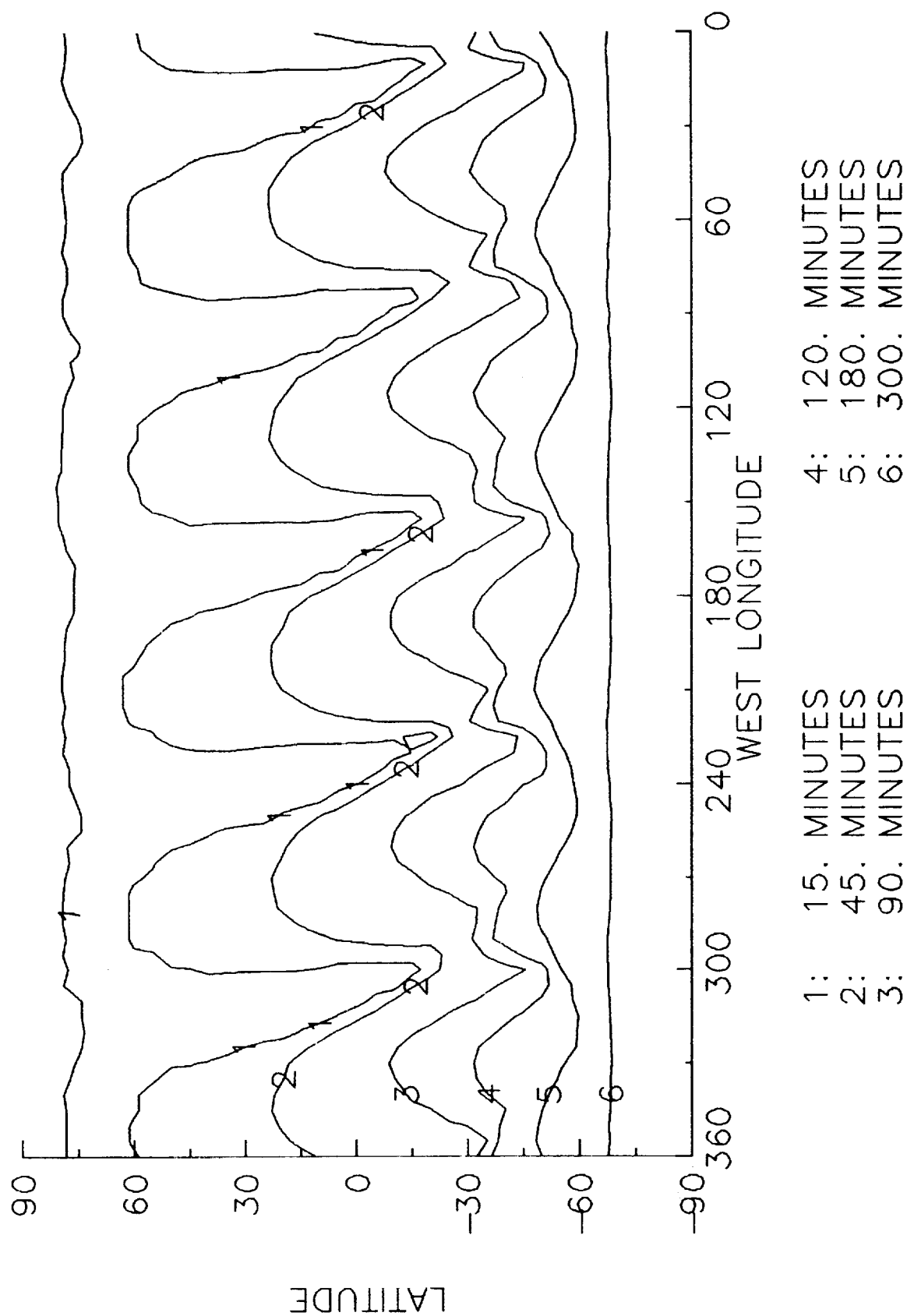


1: 30. MINUTES      3: 90. MINUTES  
 2: 60. MINUTES      4: 120. MINUTES

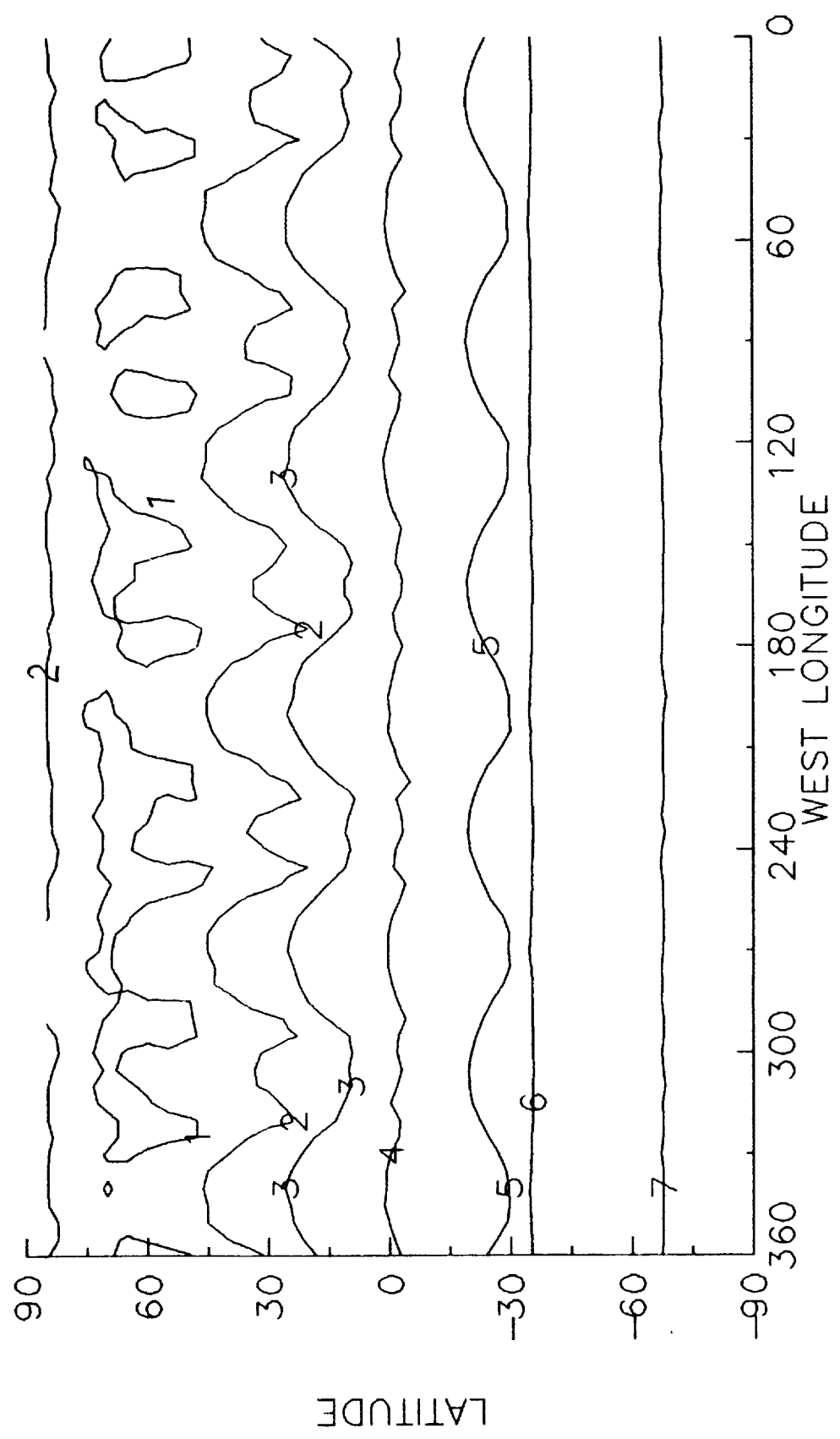
COMM AVAIL. PER SOL, SOL #361 (10/3/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 45DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT 45°N)



COMM AVAIL. PER SOL, SOL #361 (10/3/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 45DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT 45°N)

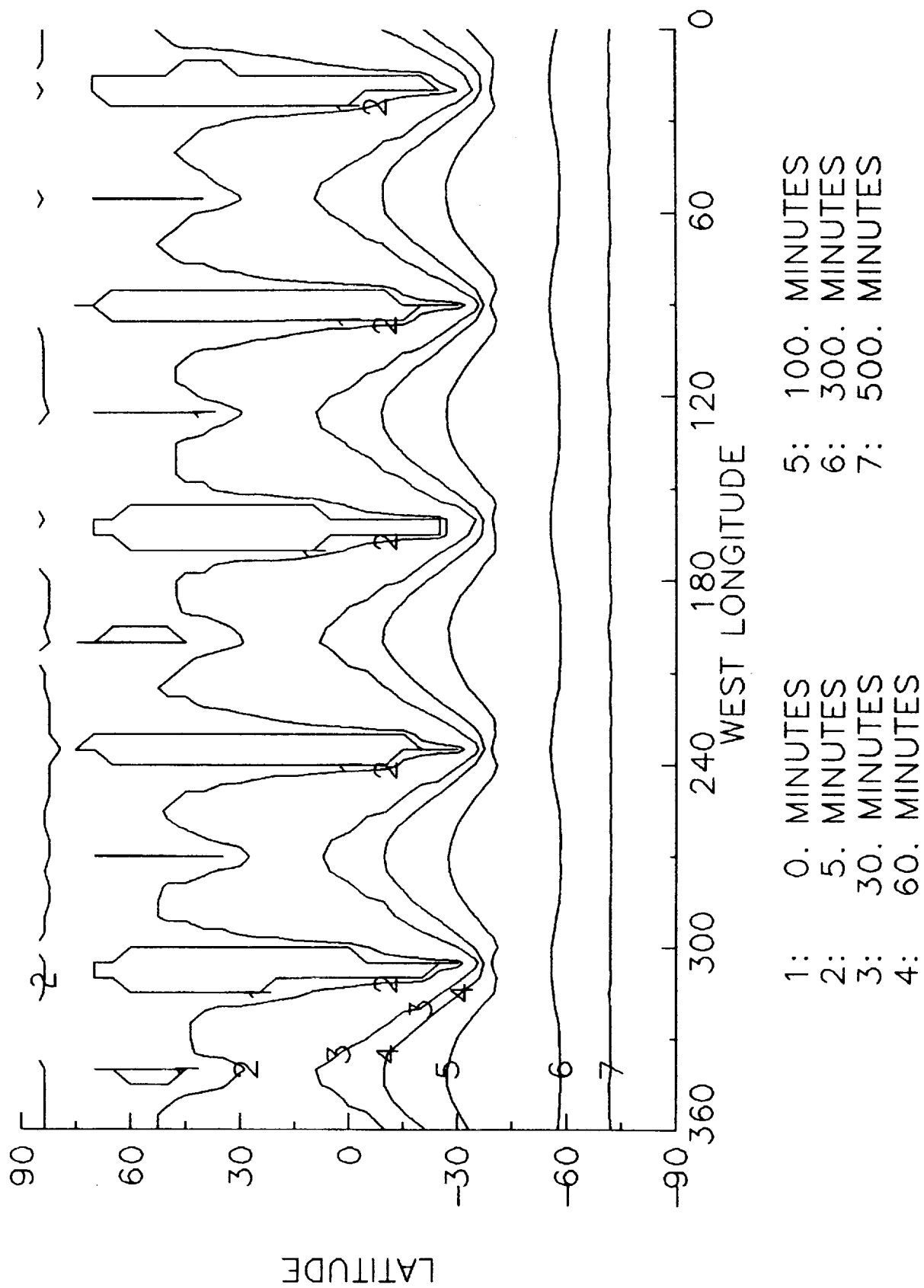


COMM AVAIL PER SOL, SOL #404 (11/16/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 15DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT 90°N)



- |    |              |    |              |
|----|--------------|----|--------------|
| 1: | 15. MINUTES  | 5: | 300. MINUTES |
| 2: | 30. MINUTES  | 6: | 500. MINUTES |
| 3: | 60. MINUTES  | 7: | 800. MINUTES |
| 4: | 120. MINUTES |    |              |

COMM AVAIL PER SOL, SOL #404 (11/16/2000)  
 HP=275KM, P=1/5 SOL, I=90DEG, 45DEG ELV LIM  
 (PERIAPSIS AT 90°N)



## COMMAP - COMMUNICATION AVAILABILITY MAP

SOL #404 15 deg

COMMUNICATIONS HORIZON ELEVATION ANGLE IS 15.0 DEGREES

ORBITAL ELEMENTS FOR THE ORBITER ON 19990929.0000:

A= 6986.2 E=0.474362 I= 90.00 NODE= 129.93 ARGP= 153.27 MEANO= 0.00

START DATE: 20001116.0000 STOP DATE: 20001117.0260 TIME STEP IS 0.0010 DAYS

NUMBER OF MINUTES THAT THE SITE-ORBITER LINK IS AVAILABLE DURING THIS PERIOD TABULATED BELOW:

EAST LONGITUDE	LATITUDE																	WEST LONGITUDE
	-80.	-70.	-60.	-50.	-40.	-30.	-20.	-10.	0.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	
0.	825.	791.	739.	651.	498.	315.	163.	128.	95.	68.	45.	24.	19.	13.	13.	19.	30.	360.
5.	827.	789.	740.	652.	498.	274.	167.	132.	101.	75.	53.	36.	26.	17.	14.	16.	33.	355.
10.	822.	792.	742.	660.	501.	233.	170.	135.	105.	81.	58.	40.	30.	22.	17.	17.	33.	350.
15.	822.	792.	739.	661.	511.	204.	171.	138.	109.	82.	59.	45.	30.	23.	17.	16.	30.	345.
20.	824.	791.	742.	664.	516.	204.	168.	137.	108.	82.	62.	43.	32.	22.	17.	17.	30.	340.
25.	824.	791.	740.	657.	501.	210.	170.	138.	108.	79.	59.	42.	30.	22.	16.	16.	30.	335.
30.	822.	792.	737.	655.	498.	265.	167.	135.	104.	75.	55.	39.	26.	20.	14.	17.	30.	330.
35.	825.	791.	736.	652.	498.	310.	164.	130.	96.	68.	45.	30.	16.	13.	13.	17.	32.	325.
40.	824.	791.	734.	648.	492.	333.	194.	137.	86.	56.	27.	22.	16.	13.	13.	17.	30.	320.
45.	821.	791.	739.	648.	492.	347.	236.	143.	94.	46.	33.	22.	19.	17.	14.	17.	30.	315.
50.	821.	788.	734.	642.	492.	351.	255.	141.	71.	50.	37.	29.	22.	16.	14.	16.	30.	310.
55.	822.	791.	733.	644.	491.	356.	258.	145.	71.	52.	39.	29.	23.	19.	16.	17.	32.	305.
60.	822.	793.	733.	644.	492.	350.	249.	138.	68.	49.	36.	27.	20.	16.	16.	16.	32.	300.
65.	822.	791.	734.	647.	492.	340.	228.	135.	84.	37.	29.	22.	16.	13.	13.	17.	33.	295.
70.	825.	788.	736.	649.	495.	324.	183.	124.	91.	62.	32.	23.	17.	13.	10.	17.	29.	290.
75.	825.	792.	736.	652.	494.	295.	163.	130.	98.	71.	49.	33.	22.	14.	13.	17.	29.	285.
80.	822.	791.	737.	657.	495.	240.	167.	134.	104.	78.	55.	39.	29.	20.	16.	17.	29.	280.
85.	822.	792.	737.	660.	500.	206.	168.	137.	107.	79.	58.	43.	27.	22.	17.	14.	29.	275.
90.	822.	791.	740.	660.	516.	203.	168.	137.	107.	81.	60.	42.	30.	23.	17.	16.	29.	270.
95.	824.	789.	740.	658.	504.	206.	170.	135.	108.	79.	59.	43.	30.	20.	16.	17.	29.	265.
100.	824.	791.	739.	654.	500.	236.	167.	134.	104.	78.	55.	39.	26.	20.	14.	17.	30.	260.
105.	822.	792.	737.	652.	498.	298.	164.	128.	98.	71.	48.	33.	20.	16.	13.	17.	30.	255.
110.	824.	791.	734.	648.	497.	325.	190.	124.	91.	60.	33.	22.	16.	12.	12.	17.	30.	250.
115.	822.	792.	734.	645.	495.	340.	222.	140.	91.	35.	26.	20.	14.	14.	14.	17.	33.	245.
120.	822.	792.	734.	642.	494.	351.	248.	140.	78.	50.	37.	27.	22.	19.	14.	17.	32.	240.
125.	824.	789.	734.	642.	491.	354.	253.	140.	71.	53.	39.	30.	24.	17.	14.	17.	32.	235.
130.	824.	792.	734.	642.	492.	351.	249.	134.	72.	53.	37.	29.	22.	19.	14.	16.	32.	230.
135.	822.	791.	734.	644.	497.	346.	236.	138.	84.	42.	27.	22.	16.	16.	14.	17.	32.	225.
140.	822.	789.	734.	648.	495.	333.	190.	120.	85.	55.	30.	23.	17.	13.	10.	17.	32.	220.
145.	821.	791.	736.	651.	497.	308.	163.	128.	95.	68.	45.	24.	17.	13.	12.	16.	30.	215.
150.	825.	789.	736.	655.	501.	246.	167.	132.	102.	75.	52.	37.	24.	19.	14.	17.	30.	210.
155.	825.	791.	740.	662.	500.	223.	170.	135.	107.	78.	56.	42.	29.	20.	14.	16.	30.	205.
160.	824.	791.	739.	661.	514.	204.	170.	135.	105.	81.	60.	42.	30.	23.	16.	13.	30.	200.
165.	822.	789.	737.	661.	510.	206.	170.	137.	107.	81.	58.	43.	30.	22.	17.	16.	30.	195.
170.	822.	789.	739.	657.	503.	228.	168.	134.	105.	79.	56.	39.	27.	20.	17.	19.	30.	190.
175.	822.	792.	737.	655.	498.	281.	166.	130.	101.	73.	50.	35.	24.	17.	16.	19.	30.	185.
180.	822.	791.	737.	651.	497.	318.	176.	125.	95.	65.	40.	22.	17.	12.	13.	19.	32.	180.
185.	824.	791.	736.	649.	497.	338.	199.	138.	84.	52.	26.	20.	16.	12.	14.	17.	30.	175.
190.	824.	791.	734.	645.	495.	350.	245.	141.	88.	46.	33.	24.	19.	16.	16.	19.	32.	170.
195.	825.	789.	734.	648.	494.	356.	255.	135.	71.	53.	37.	29.	22.	19.	16.	16.	32.	165.

EAST LONGITUDE	LATITUDE																	WEST LONGITUDE
	-80.	-70.	-60.	-50.	-40.	-30.	-20.	-10.	0.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	
200.	822.	791.	736.	645.	494.	354.	258.	140.	72.	53.	39.	29.	23.	17.	14.	16.	32.	160.
205.	824.	789.	736.	645.	495.	351.	246.	140.	84.	48.	35.	23.	19.	17.	14.	16.	32.	155.
210.	822.	789.	736.	649.	498.	340.	219.	137.	82.	45.	30.	22.	17.	13.	13.	17.	30.	150.
215.	822.	791.	736.	648.	497.	321.	176.	127.	95.	65.	42.	24.	17.	13.	12.	17.	30.	145.
220.	824.	791.	737.	657.	500.	285.	168.	132.	101.	73.	52.	35.	23.	17.	14.	19.	30.	140.
225.	822.	791.	739.	660.	500.	239.	171.	137.	105.	79.	58.	42.	27.	20.	16.	16.	32.	135.
230.	824.	791.	740.	662.	507.	206.	170.	137.	108.	82.	62.	42.	32.	22.	17.	16.	30.	130.
235.	822.	792.	742.	661.	518.	207.	171.	138.	109.	82.	59.	43.	30.	23.	17.	14.	33.	125.
240.	824.	792.	739.	660.	505.	206.	170.	137.	107.	81.	59.	42.	30.	22.	17.	17.	33.	120.
245.	825.	791.	739.	657.	504.	243.	168.	134.	104.	76.	56.	37.	27.	19.	17.	19.	32.	115.
250.	824.	791.	737.	655.	503.	310.	164.	128.	98.	71.	48.	30.	19.	13.	14.	17.	32.	110.
255.	821.	792.	736.	654.	500.	333.	193.	131.	88.	59.	27.	22.	17.	12.	13.	19.	32.	105.
260.	824.	791.	737.	651.	500.	347.	235.	145.	94.	43.	29.	20.	16.	16.	14.	19.	32.	100.
265.	822.	791.	736.	647.	498.	356.	253.	143.	71.	52.	37.	30.	22.	19.	16.	16.	30.	95.
270.	824.	792.	736.	647.	497.	360.	259.	148.	73.	53.	39.	30.	23.	19.	17.	16.	29.	90.
275.	824.	793.	736.	645.	497.	356.	253.	140.	71.	52.	39.	29.	23.	17.	14.	17.	30.	85.
280.	824.	791.	736.	647.	497.	347.	235.	140.	88.	37.	29.	22.	17.	12.	14.	17.	30.	80.
285.	824.	789.	734.	651.	498.	333.	189.	122.	89.	60.	32.	23.	17.	13.	12.	17.	30.	75.
290.	824.	792.	739.	652.	498.	307.	166.	130.	98.	71.	49.	29.	19.	13.	14.	19.	30.	70.
295.	825.	792.	740.	655.	500.	248.	168.	132.	102.	78.	56.	39.	27.	19.	16.	19.	32.	65.
300.	824.	792.	743.	658.	505.	219.	170.	137.	107.	81.	60.	42.	30.	22.	17.	19.	33.	60.
305.	824.	792.	740.	661.	514.	207.	171.	140.	109.	82.	60.	45.	32.	22.	17.	16.	32.	55.
310.	822.	795.	742.	660.	507.	206.	171.	137.	107.	82.	60.	42.	30.	22.	17.	17.	35.	50.
315.	825.	791.	739.	658.	501.	232.	170.	137.	105.	78.	56.	40.	30.	19.	16.	19.	32.	45.
320.	824.	792.	737.	658.	500.	291.	167.	134.	99.	73.	52.	33.	23.	17.	14.	19.	32.	40.
325.	822.	791.	739.	651.	497.	323.	186.	125.	94.	63.	40.	22.	16.	12.	12.	17.	32.	35.
330.	822.	792.	737.	647.	497.	343.	216.	143.	92.	48.	27.	20.	16.	13.	13.	17.	32.	30.
335.	822.	792.	736.	647.	495.	351.	248.	145.	89.	49.	36.	29.	22.	16.	14.	16.	32.	25.
340.	825.	789.	737.	647.	494.	356.	259.	137.	73.	53.	42.	29.	23.	19.	17.	16.	32.	20.
345.	824.	789.	737.	645.	492.	354.	256.	132.	72.	53.	40.	29.	23.	19.	16.	16.	32.	15.
350.	825.	791.	737.	644.	495.	350.	245.	138.	85.	46.	32.	22.	17.	16.	14.	19.	30.	10.
355.	822.	792.	736.	648.	497.	338.	210.	132.	84.	52.	29.	23.	17.	13.	13.	17.	30.	5.
360.	825.	791.	739.	651.	498.	315.	163.	128.	95.	68.	45.	24.	19.	13.	13.	19.	30.	0.

COMMAP - COMMUNICATION AVAILABILITY MAP

SOL #404 45 deg

COMMUNICATIONS HORIZON ELEVATION ANGLE IS 45.0 DEGREES

ORBITAL ELEMENTS FOR THE ORBITER ON 19990929.0000:

A= 6986.2 E=0.474362 I= 90.00 NODE= 129.93 ARGP= 153.27 MEANQ= 0.00

START DATE: 20001116.0000 STOP DATE: 20001117.0260 TIME STEP IS 0.0010 DAYS

NUMBER OF MINUTES THAT THE SITE-ORBITER LINK IS AVAILABLE DURING THIS PERIOD TABULATED BELOW:

EAST LONGITUDE	LATITUDE																	WEST LONGITUDE
	-80.	-70.	-60.	-50.	-40.	-30.	-20.	-10.	0.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	
0.	520.	441.	233.	134.	107.	75.	33.	26.	20.	14.	10.	9.	6.	4.	3.	3.	6.	360.
5.	521.	438.	219.	141.	112.	85.	58.	27.	22.	16.	12.	9.	6.	4.	3.	3.	6.	355.
10.	521.	438.	213.	144.	118.	92.	66.	45.	22.	16.	12.	7.	6.	3.	3.	3.	6.	350.
15.	524.	438.	204.	145.	121.	95.	72.	52.	33.	19.	9.	4.	3.	0.	1.	1.	6.	345.
20.	520.	436.	215.	145.	120.	95.	73.	52.	36.	22.	7.	3.	0.	0.	0.	1.	6.	340.
25.	521.	439.	209.	143.	117.	94.	68.	49.	26.	13.	9.	6.	4.	3.	3.	3.	4.	335.
30.	523.	439.	216.	140.	114.	86.	59.	30.	20.	14.	12.	9.	4.	4.	3.	3.	4.	330.
35.	520.	441.	220.	135.	107.	76.	42.	24.	17.	14.	10.	7.	4.	4.	3.	3.	4.	325.
40.	520.	439.	264.	128.	96.	59.	26.	20.	14.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	3.	4.	320.
45.	521.	441.	279.	143.	81.	27.	17.	12.	7.	3.	0.	0.	0.	0.	3.	3.	6.	315.
50.	520.	439.	288.	170.	53.	10.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	6.	310.
55.	523.	441.	289.	177.	19.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	6.	305.
60.	520.	439.	287.	147.	63.	23.	12.	4.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	1.	4.	300.
65.	520.	436.	275.	147.	86.	35.	24.	19.	13.	10.	7.	4.	3.	3.	3.	3.	6.	295.
70.	518.	436.	252.	134.	99.	66.	32.	24.	17.	14.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	6.	290.
75.	521.	438.	220.	140.	109.	81.	50.	26.	20.	16.	12.	9.	6.	4.	3.	3.	7.	285.
80.	520.	436.	215.	144.	114.	88.	62.	39.	22.	16.	12.	9.	6.	3.	3.	3.	7.	280.
85.	521.	436.	209.	147.	117.	94.	69.	50.	30.	14.	9.	6.	3.	3.	1.	1.	6.	275.
90.	518.	438.	215.	145.	120.	94.	71.	50.	33.	20.	9.	0.	0.	0.	0.	1.	6.	270.
95.	518.	435.	206.	145.	118.	91.	68.	48.	30.	13.	9.	6.	3.	3.	1.	3.	6.	265.
100.	518.	436.	213.	143.	115.	86.	63.	39.	20.	14.	10.	7.	6.	3.	3.	3.	6.	260.
105.	520.	438.	219.	140.	108.	79.	49.	24.	19.	14.	10.	7.	6.	3.	3.	3.	6.	255.
110.	520.	438.	255.	131.	99.	65.	29.	22.	16.	13.	9.	7.	6.	3.	3.	3.	7.	250.
115.	523.	439.	276.	138.	85.	30.	22.	14.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	3.	3.	7.	245.
120.	520.	439.	287.	147.	65.	19.	7.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	7.	240.
125.	520.	442.	292.	179.	14.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	9.	235.
130.	518.	439.	287.	170.	50.	16.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3.	7.	230.
135.	520.	441.	279.	148.	78.	30.	20.	14.	10.	7.	4.	1.	3.	3.	3.	3.	7.	225.
140.	523.	441.	268.	130.	94.	58.	29.	22.	17.	12.	9.	7.	4.	3.	3.	3.	7.	220.
145.	520.	438.	223.	137.	107.	75.	36.	26.	19.	16.	12.	9.	6.	4.	3.	3.	6.	215.
150.	520.	439.	219.	143.	114.	86.	58.	27.	22.	16.	12.	9.	6.	4.	3.	3.	6.	210.
155.	523.	436.	213.	145.	117.	91.	68.	46.	24.	14.	10.	7.	4.	3.	3.	3.	4.	205.
160.	521.	438.	215.	147.	120.	94.	71.	50.	35.	20.	9.	3.	0.	0.	0.	0.	6.	200.
165.	523.	438.	212.	147.	118.	94.	69.	50.	32.	19.	7.	4.	1.	0.	0.	1.	6.	195.
170.	523.	441.	210.	144.	115.	91.	66.	45.	20.	14.	10.	7.	6.	3.	1.	1.	7.	190.
175.	520.	439.	217.	141.	111.	84.	56.	26.	19.	14.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	7.	185.
180.	521.	439.	238.	135.	102.	72.	30.	23.	17.	13.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	7.	180.
185.	523.	439.	271.	128.	92.	50.	24.	17.	13.	9.	7.	6.	4.	3.	3.	3.	4.	175.
190.	521.	439.	284.	146.	73.	24.	16.	9.	3.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	1.	4.	170.
195.	521.	442.	289.	177.	42.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	4.	165.

EAST LONGITUDE	LATITUDE																	WEST LONGITUDE
	-80.	-70.	-60.	-50.	-40.	-30.	-20.	-10.	0.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	
200.	521.	439.	291.	176.	29.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	6.	160.
205.	521.	442.	287.	153.	71.	26.	17.	10.	3.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	1.	4.	155.
210.	524.	442.	275.	143.	92.	46.	26.	19.	14.	12.	7.	6.	4.	3.	3.	3.	4.	150.
215.	524.	442.	252.	134.	102.	71.	32.	24.	19.	13.	12.	9.	6.	4.	3.	3.	4.	145.
220.	523.	438.	223.	141.	111.	82.	56.	27.	20.	16.	12.	9.	6.	4.	3.	3.	4.	140.
225.	523.	439.	217.	144.	118.	92.	66.	45.	22.	14.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	4.	135.
230.	523.	439.	207.	147.	121.	94.	71.	50.	35.	17.	10.	6.	3.	1.	1.	1.	4.	130.
235.	523.	439.	219.	147.	121.	95.	73.	52.	35.	20.	10.	1.	0.	0.	0.	1.	7.	125.
240.	520.	444.	209.	147.	120.	95.	69.	48.	30.	14.	10.	7.	3.	3.	1.	1.	6.	120.
245.	523.	441.	216.	144.	115.	88.	62.	37.	20.	14.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	6.	115.
250.	524.	442.	223.	140.	108.	78.	48.	24.	19.	14.	10.	7.	6.	4.	3.	3.	6.	110.
255.	521.	442.	264.	131.	98.	62.	29.	22.	14.	12.	9.	6.	4.	4.	3.	3.	6.	105.
260.	524.	442.	282.	145.	84.	30.	20.	14.	10.	6.	4.	3.	1.	1.	1.	1.	6.	100.
265.	521.	444.	291.	166.	59.	16.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	4.	95.
270.	521.	442.	294.	181.	12.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3.	90.
275.	520.	441.	289.	163.	59.	19.	7.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	4.	85.
280.	521.	442.	281.	148.	85.	33.	23.	16.	12.	9.	6.	4.	3.	1.	1.	1.	4.	80.
285.	523.	442.	262.	132.	98.	63.	30.	23.	17.	13.	10.	7.	6.	4.	4.	1.	4.	75.
290.	520.	439.	223.	141.	108.	79.	48.	26.	20.	14.	10.	7.	6.	4.	4.	1.	4.	70.
295.	521.	439.	220.	144.	115.	88.	62.	37.	22.	16.	12.	7.	6.	4.	4.	1.	4.	65.
300.	523.	439.	212.	147.	120.	94.	69.	49.	30.	16.	10.	7.	4.	1.	1.	1.	4.	60.
305.	521.	439.	219.	148.	121.	95.	72.	52.	36.	23.	10.	1.	0.	0.	0.	1.	6.	55.
310.	521.	439.	204.	147.	118.	95.	72.	50.	35.	16.	9.	6.	3.	1.	1.	1.	4.	50.
315.	521.	439.	216.	144.	115.	91.	66.	45.	20.	14.	10.	7.	4.	4.	3.	1.	4.	45.
320.	520.	438.	217.	141.	112.	84.	56.	26.	19.	14.	12.	7.	6.	4.	3.	1.	4.	40.
325.	521.	439.	249.	135.	102.	71.	29.	22.	17.	13.	9.	7.	4.	4.	3.	1.	4.	35.
330.	521.	441.	274.	134.	89.	46.	23.	17.	13.	9.	7.	4.	4.	3.	3.	1.	4.	30.
335.	521.	439.	285.	150.	71.	22.	12.	3.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	4.	25.
340.	521.	441.	289.	177.	33.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	6.	20.
345.	521.	439.	289.	177.	43.	9.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	4.	15.
350.	521.	441.	285.	151.	75.	27.	19.	13.	7.	4.	3.	0.	0.	1.	1.	1.	6.	10.
355.	520.	441.	268.	132.	92.	53.	27.	20.	16.	12.	9.	7.	6.	4.	3.	3.	6.	5.
360.	520.	441.	233.	134.	107.	75.	33.	26.	20.	14.	10.	9.	6.	4.	3.	3.	6.	0.

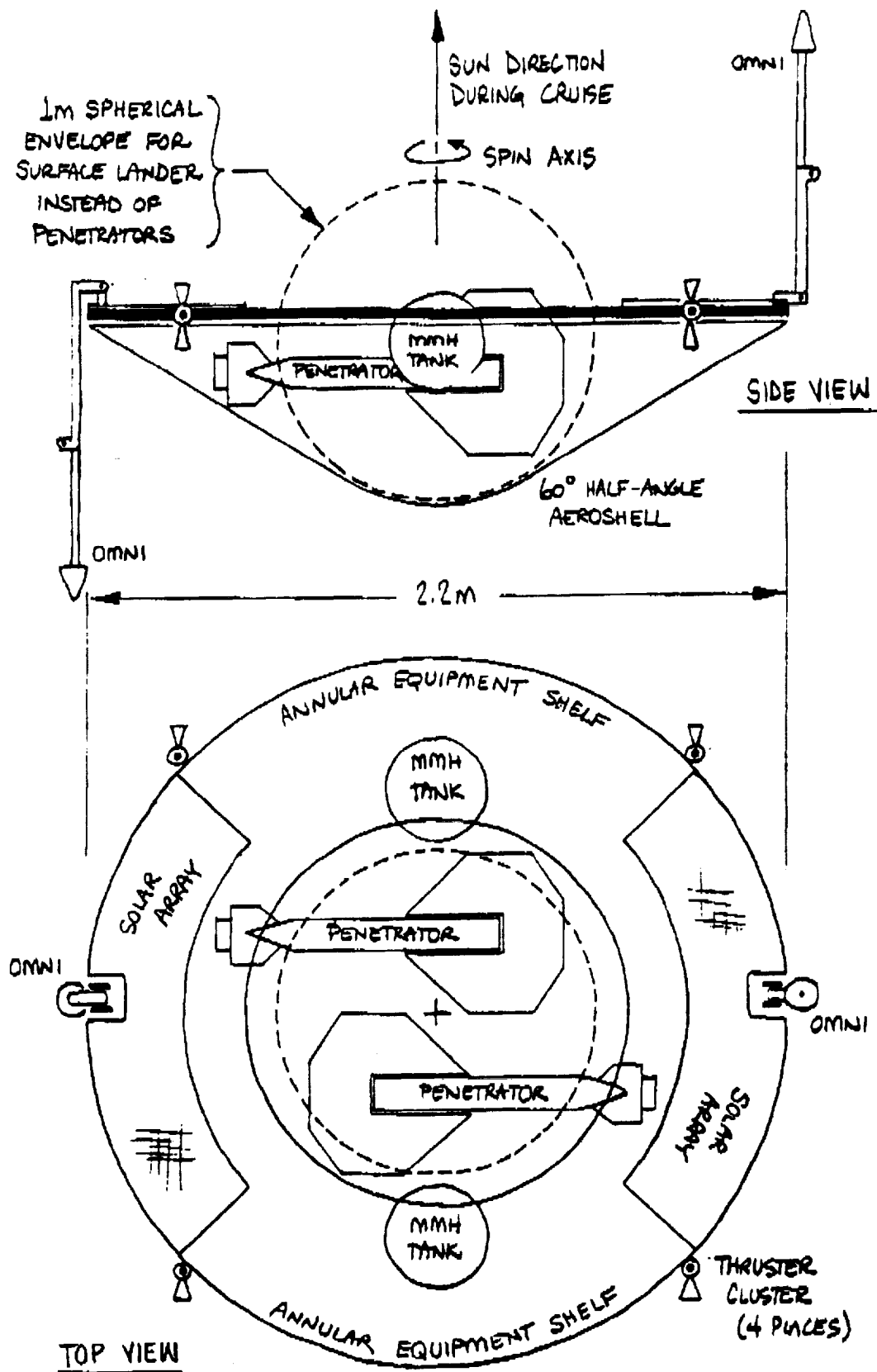


**Session B, Submittal No. 4**

Alan L. Friedlander  
Science Applications International Corporation

## **MARS NETWORK LANDER (FREE-FLYER CONCEPT)**

**ALAN FRIEDLANDER  
SAIC**



MARS NETWORK LANDER(S)

(FREE-FLYER CONCEPT)

# MARS NETWORK LANDER (FREE-FLYER CONCEPT)

## MASS STATEMENT

CRUISE DISC (DRY) \_\_\_\_\_ 91.8 KG

STRUCTURE	20.0	FROM PVO	} JETTISONED BEFORE ENTRY
NAVIGATION	8.8	STAR & SUN SENSORS	
COMMAND/CONTROL	18.4	FROM PVO	
COMMUNICATION	12.9	INCLUDES OMNI'S	
POWER CONDITIONING	7.3	USES LANDER BATTERIES	
SOLAR ARRAYS	6.0	90W @ MARS	
ATTITUDE CONTROL	6.4	FROM PVO	
PROPELLANT TANKS	2.0		
THERMAL CONTROL	10.0		

ENTRY SYSTEM \_\_\_\_\_ 43.2

AEROSHELL STRUCTURE	20.0
AEROSHELL ABLATOR	18.2
SEPARATION SYSTEM	2.0
PARACHUTE MOTOR	2.0
ENTRY INSTRUMENTATION	1.0

DRY MASS CONTINGENCY (15%) \_\_\_\_\_ 20.0

LANDER ALLOWANCE \_\_\_\_\_ 115.0

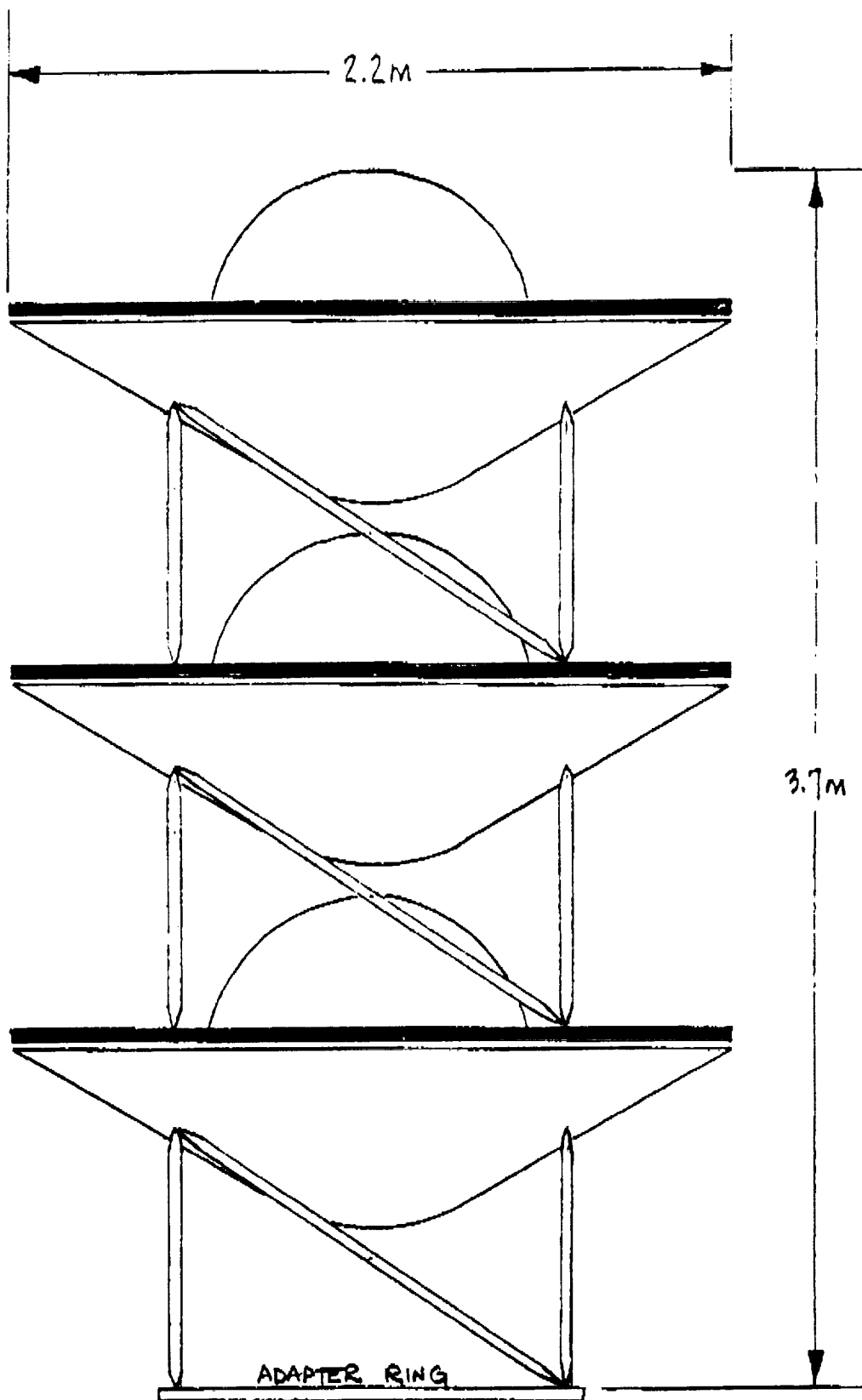
PROPELLANT (MMH MONOPROP FOR  $\Delta V = 125$  M/SEC) \_\_\_\_\_ 15.0

TOTAL MASS \_\_\_\_\_ 285.0 KG

## TRIPLE-STACK CONFIGURATION

3-LANDERS	855
INTERPROBE/RING ADAPTERS	95
TOTAL	950 KG

DELTA 7925 CAPABILITY @  $C3 = 15$  \_\_\_\_\_ 950 KG



MARS NETWORK LANDERS  
TRIPLE-STACK LAUNCH CONFIGURATION  
TOTAL MASS ~ 950 KG



**Session B, Submittal No. 5**

Alan L. Friedlander  
Science Applications International Corporation

**ANALYSIS OF SUCCESS PROBABILITY/COST TRADES  
FOR SMALL LANDERS IN A MARS NETWORK**

**ALAN FRIEDLANDER  
SAIC**